Journal of Agricultural Machinery

Homepage: https://jame.um.ac.ir

Research Article
Vol. 14, No. 4, 2024, p. 389-403

Development of Rice Seedling Bank Location Method using Fuzzy-VIKOR-TOPSIS Hybrid Approach

M. Zangeneh[1*], M. Rouhi Farajabad[2]

1- Biosystems Engineering Department, University of Guilan, Rasht, Iran
2- Economic and Rural Development Department, University of Guilan, Rasht, Iran
(*- Corresponding Author Email: zanganeh@guilan.ac.ir)

Received: 01 July 2023
Revised: 31 October 2023
Accepted: 04 November 2023
Available Online: 23 October 2024

How to cite this article:
Zangeneh, M., & Rouhi Farajabad, M. (2024). Development of Rice Seedling Bank Location Method using Fuzzy-VIKOR-TOPSIS Hybrid Approach. *Journal of Agricultural Machinery, 14*(4), 389-403. (in Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jam.2023.83155.1175

Introduction

To successfully provide and distribute agricultural services throughout the supply chain and enhance efficiency in this sector, selecting the right locations for service centers is a crucial and complex challenge. One of the ways to develop rice mechanization infrastructure is to establish rice seedling banks. A rice seedling bank is a specialized facility dedicated to the large-scale industrial production of rice seedlings, utilizing seedling trays to optimiz space, resources, and labor. The primary aim of this research is to identify the most suitable location for establishing a rice seed bank by employing multiple-criteria decision-making (MCDM) methods.

Materials and Methods

The present research was conducted in Fuman County, Guilan Province, Iran. The main objective of identifying a location for the seedling bank in the studied area is to minimize transportation costs for the seedling trays while selecting a site with the greatest potential for successfully establishing the seedling bank. To achieve this, we analyzed the location criteria for the seedling bank at the district level during the early stages of the research. The selection criteria for identifying a suitable district include several factors, such as the number of farmers, land leveling, area under cultivation, the number of agricultural machines, the level of mechanized transplanting and harvesting, and the number of seed banks in each district. Subsequently, the best village in the district, chosen in the prior step, was evaluated using several key criteria: total cultivated area, number of farmers, cultivated area per farmer, and total distance from other villages within the district. Shannon's entropy method was employed to estimate the weight and rank for the location criteria in both stages. The districts were ranked using the Fuzzy VIKOR method, while the TOPSIS method was used to prioritize villages within the selected district.

Results and Discussion

According to the results of the Fuzzy VIKOR method, among the five studied districts in Fuman County, Lulaman rural district stands out as the best location for establishing a seedling bank. Furthermore, based on the results obtained from the TOPSIS method, Khoshknudhan-e Bala village is identified as the most favorable site for establishing a seedling bank within the Lulaman district, among the fifteen alternatives considered. The VIKOR model excels in ranking alternatives due to its ability to generate ideal positive and negative maps, making it particularly well-suited for location and spatial analysis. By utilizing this model, we can assess not only the locations themselves but also evaluate how each alternative measures up against both positive and negative ideals. In contrast, other models lack this capability, as they merely identify the optimal location without providing a comprehensive understanding of each alternative's standing.

https://doi.org/10.22067/jam.2023.83155.1175

Conclusion

The purpose of this research is to provide a suitable algorithm for locating a seedling bank in Fuman County. Given the numerous influencing factors and available options, the integration of the VIKOR MCDM model with fuzzy numbers to identify the most suitable district, followed by the TOPSIS MCDM model to determine the best village, yielded promising results. The findings indicate that several factors play a crucial role in identifying the optimal location for the seedling bank. However, integrating all these elements through traditional methods—such as manual map analysis—proves impractical due to the sheer volume of data involved. Furthermore, neglecting these factors in site selection leads to substantial waste of material resources, energy, and environmental resources. Overall, the results of the Fuzzy VIKOR analysis revealed that Khoshknudhan-e Bala village in the Lulaman district is the best option for establishing a seedling bank in Fuman County.

Keywords: Fuzzy VIKOR, Geographical Information System, Rice Seedling Bank Location, Shannon Entropy, TOPSIS

نشریه ماشین‌های کشاورزی
https://jame.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۱٤، شماره ٤، زمستان ١٤٠٣، ص ٤٠٣-٣٨٩

توسعه روش مکان‌یابی بانک نشا برنج با استفاده از رهیافت ترکیبی فازی-ویکور-تاپسیس

مرتضی زنگنه[1*]، مهدیه روحی فرج آباد[2]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۱۳

چکیده

طی سال‌های اخیر، کشاورزان همواره با افزایش هزینه‌های کارگری مواجه بوده‌اند. ادامه این روند عرصه را بر کشاورزان تنگ‌تر خواهد کرد. استفاده از ماشین نشاکار برنج و گسترش و توسعه مکانیزاسیون در فرایند تولید برنج می‌تواند نقش مهمی در غلبه بر سختی‌های تولید این محصول راهبردی و محدودیت‌های اقلیمی و زمانی زراعت داشته باشد. مطالعه حاضر به جانمایی برای ایجاد بانک نشا برنج در شهرستان فومن از توابع استان گیلان به‌عنوان یکی از زیرساخت‌های مهم مکانیزاسیون زراعت برنج با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی پرداخته است. بدین منظور چندین معیار، مورداستفاده قرار گرفته است. جهت وزن‌دهی پارامترهای مؤثر مکان‌یابی از روش آنتروپی شانون بهره گرفته شد. براین‌اساس، معیارهای تعداد بانک نشا، تعداد بهره‌بردار و سطح تسطیح اراضی بالاترین رتبه را کسب کردند. سپس رتبه‌بندی دهستان‌های شهرستان فومن به روش فازی ویکور و وزن معیارها انجام شد. در ادامه، روستاهای موجود در دهستان منتخب به کمک تحلیل تاپسیس مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت. نتایج تحلیل ویکور فازی نشان داد که دهستان لولمان و روستای خشک‌نودهان بالا به‌ترتیب بهترین دهستان و روستا برای استقرار بانک نشا در شهرستان فومن هستند.

واژه‌های کلیدی: آنتروپی شانون، تاپسیس، سامانه اطلاعات جغرافیایی، مکان‌یابی بانک نشا، ویکور فازی

مقدمه

با رشد جمعیت و افزایش تقاضا برای مواد غذایی و به‌خصوص، جذب نیروی کار از سمت سایر بخش‌های اقتصادی و پیامد آن، مهاجرت نیروی انسانی از بخش کشاورزی، بهره‌برداری از ماشین‌آلات به سبب انجام بسیاری از فعالیت‌های سخت بخش کشاورزی بسیار معمول شده است (Motamed & Kavoosi Kalashami, 2018). مکانیزاسیون از شروط اساسی عبور از مرحله کشاورزی سنتی به کشاورزی مدرن است. کشت سنتی با صرف زمان بیشتر و پرهزینه است. ازاین‌رو، به‌منظور افزایش درآمد و جاذبه اقتصادی کشاورزی، مکانیزاسیون کشاورزی در بسیاری از نقاط جهان به کار گرفته‌شده است. گسترش و توسعه مکانیزاسیون در فرایند تولید برنج می‌تواند نقش مهمی در غلبه بر سختی‌های تولید این محصول استراتژیک و محدودیت‌های اقلیمی و زمانی زراعت آن داشته باشد. بهبود وضعیت درآمدی و معیشتی کشاورزان، افزایش تولید و تأثیرات رفاهی مثبت بر بازار برنج از نتایج مهم توسعه مکانیزاسیون و کشت مکانیزه شلتوک شمرده می‌شود. مکانیزاسیون برنج از سال ۱۳۷۴ در کشور آغاز گردید، هرچند در ابتدا پیشرفت زیادی نداشت، اما طی سال‌های اخیر با برنامه‌ریزی‌های انجام‌شده مسیر رو به رشدی را تجربه نموده است. گسترش مکانیزاسیون و تولید مکانیزه برنج علاوه بر کاهش ۵۰ درصدی هزینه تولید، دشواری تولید این محصول را کاهش داده و میل و رغبت نیروی کار جوان روستایی برای ادامه این رشته فعالیت را افزایش می‌دهد. یکی از راهکارهای توسعه زیرساخت‌های مکانیزاسیون کشت برنج تأسیس بانک‌های نشا برنج است. بانک نشای برنج به مکانی اطلاق می‌شود که با استفاده از فضا، امکانات و نیروی کار محدود قابلیت تولید صنعتی نشاء برنج در داخل سینی نشاء را در سطح وسیع دارا است. نشاء تولیدشده علاوه بر قابلیت حمل، عاری از هرگونه آفت و بیماری بوده و با مصرف حداقل آب، بذر و انرژی تولید می‌شود. کاهش صعوبت کاری، امکان توسعه فرصت‌های شغلی جدید برای اقشار تحصیل‌کرده و ممانعت از مهاجرت جوانان روستایی و ایجاد انگیزه‌های لازم برای سرمایه‌گذاری بیشتر در بخش

۱- استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد توسعه روستایی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: zanganeh@guilan.ac.ir)

https://doi.org/10.22067/jam.2023.83155.1175

کشاورزی در راستای توسعه اهداف مکانیزاسیون از دیگر مزایای بانک نشای برنج است. سطح زیر کشت برنج در کل کشور ۶۵۰ هزار و ۷۸۱ هکتار است که استان گیلان حدود ۲۲/۳ درصد تولید و ۲۷/۳ درصد سطح زیر کشت برنج در کشور را داراست (Anonymous, 2017). در این استان هرساله بیش از ۱۹۳ هزار بهره‌بردار در اراضی حاصلخیز و مستعد، برنج‌کاری می‌نمایند (Anonymous, 2017).

به‌منظور موفقیت در تأمین و توزیع خدمات کشاورزی در طول زنجیره تأمین کشاورزی و دستیابی به ارتقای کارایی در این زمینه، انتخاب مکان صحیح مراکزی که این‌گونه خدمات را عرضه می‌کنند موضوع بسیار مهم و چالش‌برانگیزی است. در منابع، روش‌های بسیار متنوعی برای رتبه‌بندی گزینه‌های یک مسئله بهینه‌سازی وجود دارد. در بسیاری از مسائل دنیای واقعی، تصمیم‌گیرنده ترجیح می‌دهد بیش از یک هدف یا عامل را در تصمیم‌گیری خود دخیل کند که این موضوع منجر به شکل‌گیری مسائل تصمیم‌گیری چندهدفه و چندشاخصه شده است. در تصمیم‌گیری چندشاخصه معمولاً تعداد محدودی گزینه از پیش‌تعیین‌شده وجود دارد. این گزینه‌ها هر هدف را در یک سطح مشخص ارضا می‌کند و تصمیم‌گیرنده (DM)[1] بهترین پاسخ (یا پاسخ‌ها) را بر اساس اولویت هر هدف و اثر متقابل بین آن‌ها از بین تمام گزینه‌ها انتخاب می‌کند. روش‌های زیادی برای حل مسائل تصمیم‌گیری چندشاخصه وجود دارد که معروف‌ترین آن‌ها عبارتند از: دومینانت[2]، ماکسی مین، ماکسی ماکس، روش عطفی[3]، روش فصلی[4]، روش لکسیکوگرافی[5]، حذف به‌وسیله منظر[6]، روش جایگشت[7]، روش انتقال خطی[8]، روش مجموع ساده توزین (SAW)[9]، روش مجموع سلسله مراتبی توزین[10]، روش حذف و انتخاب ابراز واقعیت (ELECTRE)[11]، تکنیک اولویت‌بندی بر اساس شباهت به راه‌حل ایده‌آل (TOPSIS)[12]، مبادله‌های سلسله مراتبی[13]، برنامه‌ریزی خطی برای تحلیل‌های شباهت چندبعدی (LINMAP)[14]، روش SAW اندرکنشی[15] و MDS با نقطه ایده‌آل[16] (Hwang & Yoon, 1981). الگوریتم ویکور روش مناسبی برای حل مسائل مکان‌یابی است (Amin nayeri & Peyvastehgar, 2020)، زیرا جایگاه اهمیت هرکدام از شاخص‌ها را در ارزیابی گزینه‌ها پیش‌بینی کرده اما الگوی کارآمدی برای وزن‌دهی ارائه نکرده است. لذا استفاده از الگوی ترکیبی برای وزن‌دهی و ویکور برای رتبه‌بندی منجر به نتایج قابل‌اعتمادی خواهد شد (Mansouri & Bagheri, 2015).

پیشینه تحقیق

روش‌های رتبه‌بندی برای مکان‌یابی تسهیلات در پژوهش‌های این حوزه مطالعاتی تنوع زیادی دارد. در این میان مطالعات زیادی می‌توان یافت که از روش تاپسیس بهره برده‌اند. صفری و همکاران (Safari, Faghih, & Fathi, 2012) در پژوهش خود برای انتخاب مکان بهینه تسهیلات از روش تاپسیس فازی استفاده کردند. آن‌ها ابتدا عوامل مؤثر در انتخاب مکان بهینه را مشخص کردند، سپس وزن هر یک از این عوامل را بر اساس نظرات خبرگان تعیین کردند. در نهایت پس از تشکیل ماتریس تصمیم و به‌کارگیری روش تاپسیس- فازی مکان بهینه انتخاب شد. در مطالعات مکان یابی سیستم فتوولتائیک روی پشت بام در چین (Wu, Zhang, Xu, & Li, 2018) و ایستگاه پمپ بنزین در شرایط حاد کرونایی در استانبول (Ayyildiz & Taksin, 2022) از ادغام منطق فازی و روش‌های تصمیم‌گیری VIKOR و TOPSIS بهره گرفته شده است.

به‌کارگیری سامانه اطلاعات جغرافیایی برای تحلیل‌های مکانی کمک شایانی به تحقیقات در این زمینه کرده است. باباجانی و همکاران (Babajani, Kalantari, Rezvanfar, & Shabanali Fami, 2009) در تحقیقی با بررسی مبانی نظری مکان‌یابی صنعتی و با بهره‌گیری از فنون مناسب، عوامل محیطی مؤثر در استقرار صنایع تبدیلی در نواحی روستایی استان کرمانشاه را مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش ابتدا مهم‌ترین شاخص‌های مربوط به استقرار صنایع موردبحث تعیین شد و سپس وزن آن‌ها با استفاده از نظرسنجی از مدیران واحدهای صنایع فراوری محصولات باغی در استان محاسبه شد. تهیه یک شاخص ترکیبی در قالب پایگاه‌داده سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) منجر به تهیه نقشه‌های مربوط به مکان استقرار این نوع صنایع در سطح استان کرمانشاه شد.

در کنار روش تاپسیس، روش رتبه‌بندی ویکور نیز جزو روش‌های متداول در تحقیقات مکان‌یابی است. پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه مکان‌یابی تسهیلات خدماتی به دلیل تشابه عملکردی می‌توانند در کاربردهای مشابه مورد مقایسه قرار گیرند. امین نیری و پیوسته‌گر (Amin nayeri & Peyvastehgar, 2020) در پژوهش خود

1- Decision Maker
2- Dominant
3- Conjunctive Method
4- Disjunctive Method
5- Lexicographic Method
6- Elimination by Aspects
7- Permutation Method
8- Linear Assignment Method
9- Simple Additive Weighting
10- Hierarchical Additive Weighting
11- Elimination and Choice Expressing Reality
12- Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
13- Hierarchical Tradeoffs
14- Linear Programming Techniques for Multidimensional Analysis of Preference
15- Interactive SAW Method
16- MDS with the Ideal Point

به‌منظور مکان‌یابی فضاهای آموزشی در یکی از مناطق شهر تهران، جهت وزن‌دهی معیارها از نظر متخصصین در قالب مدل ANP استفاده کردند. همچنین با استفاده از GIS و روش VIKOR مکان‌های اولویت‌دار برای ایجاد مدارس ابتدایی را شناسایی کردند. مطالعاتی نیز وجود دارد که روش‌های مختلف رتبه‌بندی را تلفیق کردند تا بتوانند با دقت بیشتری مناطق مورد بررسی خود جهت استقرار یک واحد خدماتی را اولویت‌بندی کنند. به‌عنوان‌مثال می‌توان به پژوهش قلی‌پور و همکاران (Gholipoor, Rahmati, & Mozaffari, 2021) اشاره کرد که پنج مکان صنعتی از جمله آبیک، خرم دشت، حیدریه، آراسنج و لیا در استان قزوین را جهت تعیین مکان صنعتی مناسب برای احداث مرکز خدمات فن‌آوری کسب و کار مورد بررسی قرار دادند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از روش ویکور و تاپسیس انجام شد.

به‌کارگیری منطق فازی در روش‌های رتبه‌بندی برای افزایش قابلیت روش‌ها در بسیاری از مطالعات حوزه علوم تصمیم‌گیری مشاهده می‌شود. تئوری مجموعه‌های فازی و منطق فازی برای پردازش اصطلاحات زبانی ریاضی ایجاد شدند. تصمیم‌گیری فازی مجموعه‌ای از فنون تک یا چندمعیاره باهدف انتخاب بهترین جایگزین در صورت وجود داده‌های نادقیق، ناقص و مبهم است. در مواردی که برای جمع‌آوری داده‌ها از روش پرسشنامه استفاده می‌شود یا داده‌های نادقیق وجود دارد، تلفیق منطق فازی با روش‌های رتبه‌بندی می‌تواند نتایج بهتری به دنبال داشته باشد.

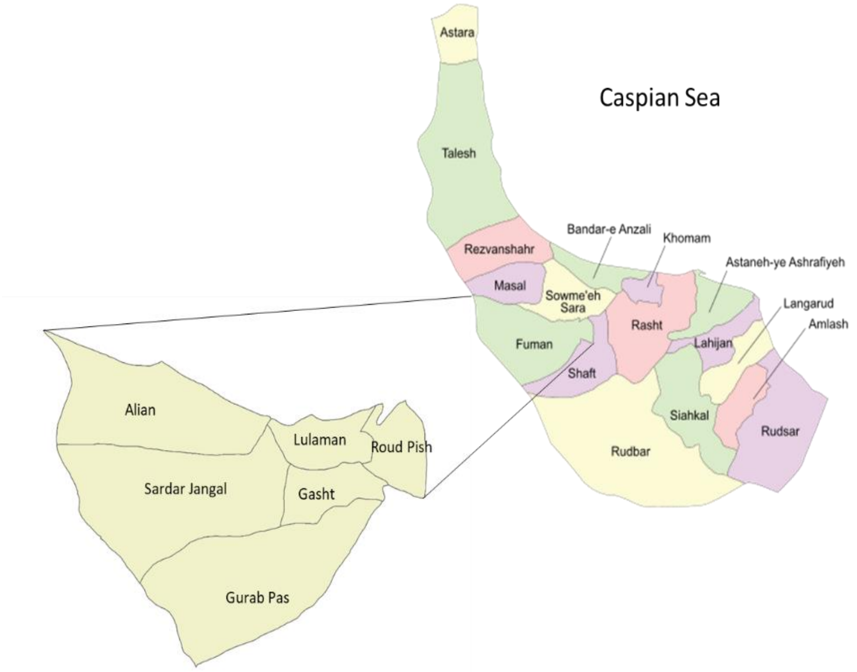
مطالعات بسیاری در حوزه مکان‌یابی با تلفیق منطق فازی و روش‌های تصمیم‌گیری با موضوعات متنوع مانند اجرای عملیات کپه‌کاری مراتع در حوزه آبخیز مراوه تپه، استان گلستان (Keykha, Fakhire, Roohani, & Behmanesh, 2020)، توسعه گیاه دارویی کاکوتی حوزه آبخیز سبلان استان اردبیل (Alikhah Asl, Moameri, Naseri, & Meftahi, 2021)، استقرار سیستم‌های استحصال آب از رطوبت هوا در استان سیستان و بلوچستان (Mohammadi & Sobhani, 2022) انجام شده است. محققان در پژوهشی (Khosravi, Raeisi, Almodaresi, & Esteqlal, 2020) برای مکان‌یابی بازار روز در شهر سیرجان که یک تسهیل خدماتی محسوب می‌شود برای وزن‌دهی به معیارهای مکان‌یابی‌شان از مدل AHP استفاده کردند. سپس با استفاده از GIS و منطق فازی نقشه‌های متناسب برای معیارها را به‌دست آورده و در آخر با هم تلفیق کرده و با استفاده از روش ویکور مکان‌های پیشنهادی را رتبه‌بندی کردند. نتایج بررسی پیشینه تحقیقات انجام‌شده در این زمینه نشان می‌دهد که پژوهش مشابهی در ایران به منظور مکان‌یابی بانک نشای برنج انجام نشده است. ضرورت تشکیل یک گروه از خبرگان یا متخصصان مرتبط با موضوع موردبررسی در روش AHP که در برخی مطالعات مورد استفاده قرار گرفته و همچنین وابستگی به نظرات متخصصان، کاربرد آن را محدود می‌کند. دسترسی به افرادی که بتوانند مشارکت موثری برای فرآیند مقایسات زوجی در روش AHP در موضوع مورد بررسی را داشته باشند همواره مقدور نیست و در عمل محدودیت‌هایی را برای محقق به دنبال دارد. لذا استفاده از سایر روش‌های رتبه‌بندی که به قضاوت افراد وابسته نیست دامنه کاربرد بیشتری پیدا می‌کند. روش آنتروپی شانون در سال ۱۹۷۴ توسط شانون و ویور ارائه شد. آنتروپی بیان‌کننده مقدار عدم اطمینان در یک توزیع احتمال پیوسته است. ایده اصلی این روش آن است که هرچه پراکندگی در مقادیر یک شاخص بیشتر باشد آن شاخص از اهمیت بیشتری برخوردار است (Ji, Ma, Zhu, & Wang, 2020). این روش برای محاسبه میزان اهمیت یا به عبارت دیگر وزن نسبی معیارها در روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش بر اساس پراکندگی یا آنتروپی درونی شاخص‌ها، میزان اهمیت نسبی آن‌ها در تصمیم‌گیری را محاسبه می‌کند و لذا نیازی به قضاوت افراد یا مقایسات زوجی مانند روش AHP نیست. از این رو محدودیت به‌کارگیری خبرگان برای محاسبه اهمیت نسبی معیارها در این روش وجود ندارد و سرعت و سهولت بیشتری در اختیار محقق قرار می‌دهد.

تحقیق حاضر در شهرستان فومن استان گیلان انجام شده است. هدف اصلی پژوهش حاضر آن است که مناسب‌ترین مکان (دهستان و روستای برتر) در شهرستان فومن به کمک روش فازی ویکور و تاپسیس جهت ایجاد بانک نشا برنج تعیین شود. در مطالعه حاضر، وزن‌دهی معیارها توسط آنتروپی شانون انجام‌شده است.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه موردمطالعه

شهرستان فومَن (شکل ۱) از شهرستان‌های استان گیلان در شمال ایران است که در فاصله ۲۷ کیلومتری شهر رشت و ۳۵۶ کیلومتری تهران، از شمال به شهرستان صومعه‌سرا (نزدیک‌ترین شهر به آن) و شهرستان ماسال، از جنوب و جنوب غربی به خط‌الرأس رشته‌کوه‌های البرز (استان‌های زنجان و اردبیل) که مرز حوزه‌های آبخیز کوهستان مزبور حد طبیعی فومن و طارم است و از شرق به شهرستان شفت محدود می‌شود. شهرستان فومن یکی از چهار شهرستان اولیه استان گیلان در کنار رشت، طالش و انزلی بوده است. شهر مزبور در حال حاضر دارای مساحتی معادل ۲۹ کیلومترمربع بوده و در ارتفاع ۳- متر از سطح آب‌های دریای آزاد است. دارای ۵ دهستان به نام سردار جنگل، گشت، رودپیش، لولمان و آلیان و ۱۲۳ روستا است. فومن دارای اقلیم معتدل و مرطوب است.



شکل ۱– موقعیت جغرافیایی محدوده موردمطالعه

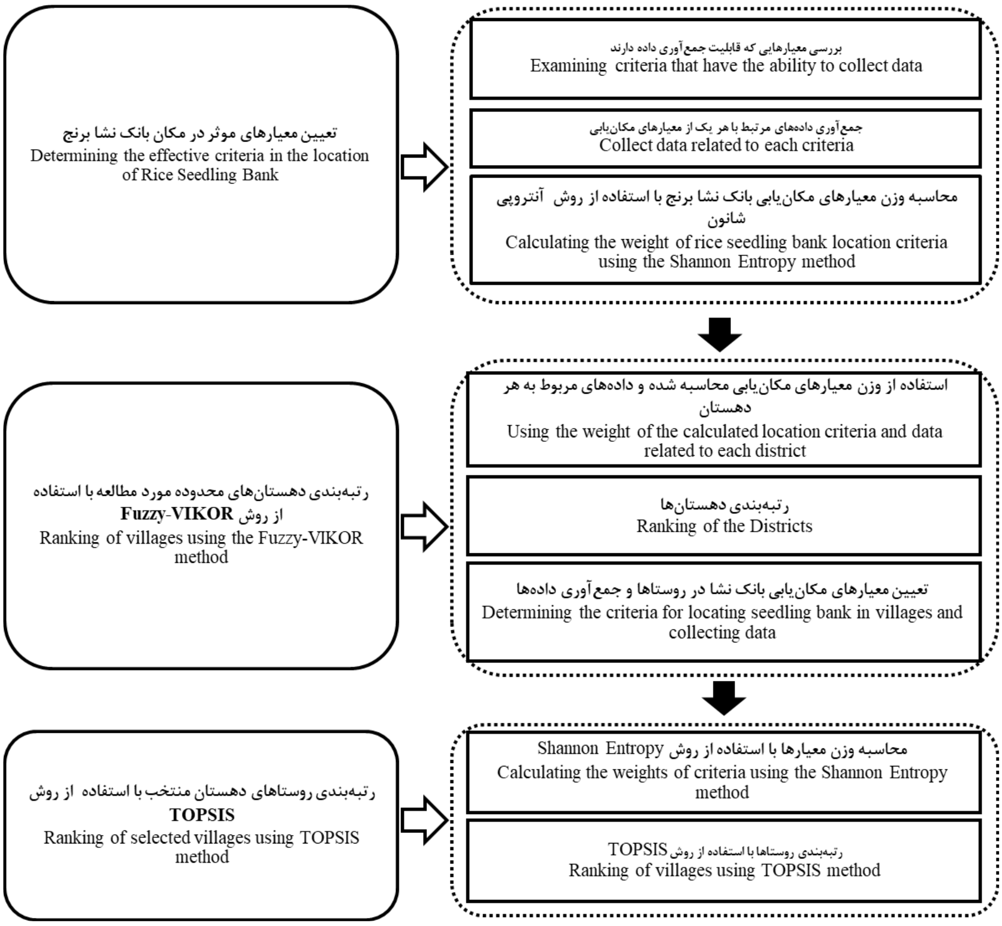
Fig.1. Geographical location of the studied area

یکی از اولین گام‌هایی که بایستی برای حل مسئله مکان‌یابی مطرح‌شده در پژوهش حاضر برداشته شود یافتن اهداف[1] و مشخصه‌های[2] مکان موردنظر به‌منظور استقرار بانک نشا در مدل‌های مکان‌یابی چندمعیاره[3] (MCDM) است. شکل ۲ مراحل اصلی تحقیق را نشان می‌دهد. هدف اصلی مکان‌یابی بانک نشا در محل موردمطالعه، کاهش هزینه حمل و نقل سینی‌های نشا و انتخاب مکانی است که بیشترین استعداد را برای تاسیس بانک نشا داشته باشد. بدین منظور در مراحل ابتدایی تحقیق، معیارهای مکان‌یابی بانک نشا موردبررسی قرار گرفت. علاوه بر اهمیت معیارها در انتخاب مکان بهینه، موضوع دسترسی به داده‌های مربوط به معیارهای مکان‌یابی نیز بسیار مهم است. چنانچه معیارهایی که انتخاب می‌شوند قابلیت جمع‌آوری داده نداشته باشند عملاً قابل‌استفاده نخواهند بود. بنابراین پس از بررسی منابع داده قابل‌دسترس، از بین معیارهایی که در بررسی منابع مرتبط مشخص شده بود، معیارهایی که داده‌های مرتبط با آن‌ها در بانک‌های اطلاعاتی سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان قابل‌دستیابی بود انتخاب شد.

1- Objectives
2- Attributes
3- Multi-Criteria Decision Making (MCDM)

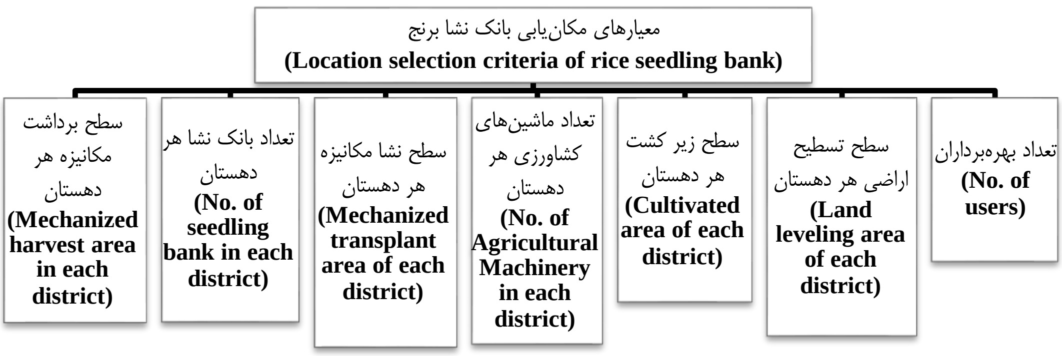
معیارهای مکان‌یابی بانک نشا برنج

معیارهای متعددی می‌تواند در مکان‌یابی یک بانک نشا مؤثر واقع شود. در رابطه با انتخاب معیارهای این تحقیق از آن‌جایی‌که تحقیقات مشابهی برای مکان‌یابی بانک نشای برنج مشاهده نشد، بر اساس ماهیت مسئله، متغیرهای مورد بررسی توسط محقق تعیین شد. همچنین امکان دسترسی به داده‌های مربوط به هر معیار نیز در انتخاب معیارها اثرگذار بود. برای یافتن اهمیت نسبی معیارها و تعین معیارهای مهم‌تر از روش آنتروپی شانون استفاده شد. در این تحقیق، برای مکان‌یابی مناسب برای احداث بانک نشا، از هفت معیار مهم‌تر بهره‌برداری شد که در شکل ۳ نشان‌داده‌شده است. جهت تخمین وزن و رتبه‌بندی معیارهای مکان‌یابی در دو مرحله از روش آنتروپی شانون استفاده شد. در مرحله اول هفت معیار برای انتخاب دهستان وزن‌دهی شدند و در مرحله دوم چهار معیار مهم‌تر برای وزن‌دهی روستاها مورداستفاده قرار گرفتند.



شکل ۲– مراحل اصلی تحقیق

Fig.2. The main steps of the research



شکل ۳– معیارهای مکان‌یابی بانک نشا برنج

Fig.3. location criteria of the rice seedling bank

محاسبه وزن معیارها با روش آنتروپی شانون

آنتروپی شانون از مفهومی تئوری اطلاعات به‌دست‌آمده است، جایی که از آن برای اندازه‌گیری عدم اطمینان که به‌وسیله توزیع p_i بیان می‌شود و یافتن آن‌که چه‌قدر فضای ذخیره برای محاسبه همه اطلاعات دارای عدم اطمینان لازم است. محاسبات مربوط به این روش در ادامه آورده شده است (Shakouri, Nabaee, &

(Aliakbarisani, 2014):

$$E_j = -k\sum_{i=1}^{n}[P_{ij} \times \ln(P_{ij})] \qquad \forall j \qquad (۱)$$

که در آن:

هر P_{ij} به‌عنوان یک برآورد از توزیع احتمالی مشخصه‌ها با استفاده از رابطه (۲) محاسبه‌شده است:

$$P_{ij} = \frac{z_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} z_{ij}} \qquad \forall i,j \qquad (۲)$$

و k یک ضریب ثابت است که برابر است با:

$$k = \frac{1}{\ln(n)} \qquad (۳)$$

عدم اطمینان با درجه انحراف داده‌ها برای شاخص j، که d_j نامیده می‌شود، بیان می‌کند که چه حجمی از اطلاعات هر معیار که توسط j اندیس شده است برای تصمیم‌گیری موجود است، یعنی چه‌قدر اطلاعات وجود دارد. این مقدار توسط رابطه (۴) محاسبه می‌شود:

$$d_j = 1 - E_j \quad \forall j \qquad (۴)$$

سپس، وزن هر معیار با استفاده از رابطه (۵) به‌دست می‌آید:

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{i=1}^{n} d_j} \quad \forall j \qquad (۵)$$

بدین ترتیب وزن معیارهای مکان‌یابی بانک نشا محاسبه شد.

رتبه‌بندی دهستان‌ها با استفاده از روش Fuzzy-VIKOR

این روش که مبتنی بر برنامه‌ریزی توافقی مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره است، مسائلی با معیارهای نامتناسب و ناسازگار را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. در شرایطی که تصمیم‌گیران به علت وجود شاخص‌های متناقض، به‌راحتی نمی‌توانند ترجیحات خود را در مسئله تصمیم‌گیری ابراز کنند، این روش می‌تواند به‌عنوان ابزاری مؤثر برای تصمیم‌گیری مطرح شود (Shemshadi, Shirazi, Toreihi, & Tarokh, 2011). متغیرهای زبانی مورداستفاده برای رتبه‌بندی گزینه‌ها در این مطالعه، با توجه به اعداد فازی مثلثی در جدول ۱ تعریف‌شده‌اند، در شکل ۴ نیز، توابع عضویت معادل، برای تجسم بهتر ترسیم‌شده است.

فرایند محاسباتی ویکور فازی در پژوهش حاضر مطابق رویه زیر انجام شده است (Amin Nayeri & Peyvastehgar, 2020):

ابتدا نقطه ایده‌آل مثبت فازی $\tilde{f}_i^* = (l_i^*, m_i^*, u_i^*)$ و نقطه ایده‌آل منفی فازی $\tilde{f}_i^\circ = (l_i^\circ, m_i^\circ, u_i^\circ)$ مطابق رابطه (۶) تعیین می‌شوند.

$$\tilde{f}_i^* = \underset{j}{MAX}\,\tilde{x}_{ij}, \tilde{f}_i^\circ = \underset{j}{MIN}\,\tilde{x}_{ij} \qquad (۶)$$

مقدار تفاوت $\tilde{d}_{ij}$ بین هر نقطه $\tilde{x}_{ij}$ تا نقطه ایده‌آل مثبت $\tilde{f}_i^*$ (یا منفی $\tilde{f}_i^\circ$) توسط رابطه (۷) محاسبه می‌گردد:

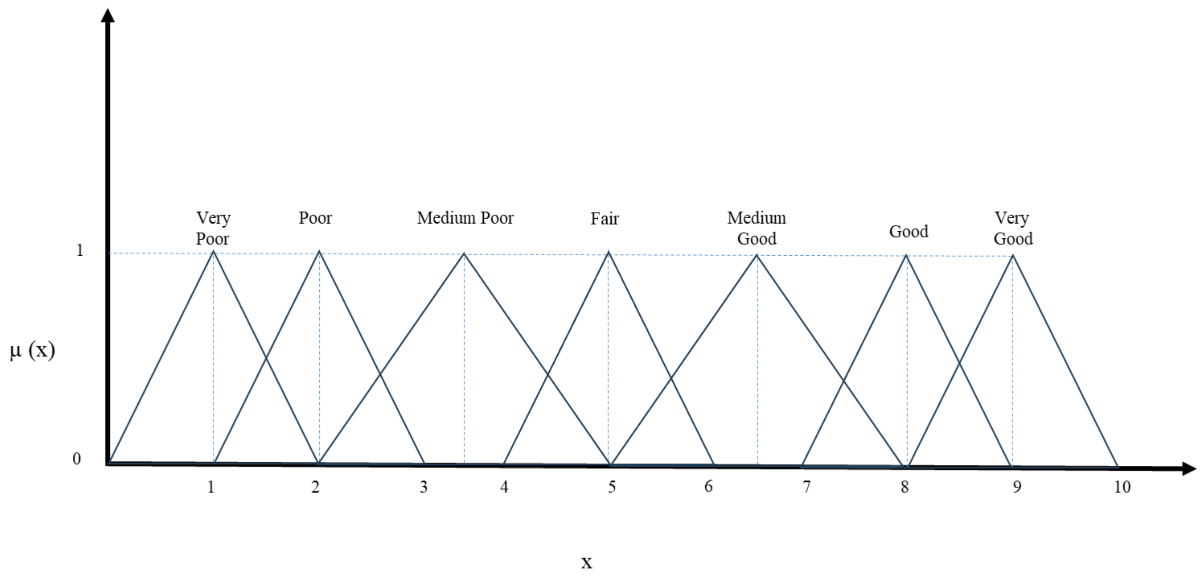
$$\tilde{d}_{ij} = (\tilde{f}_i^* - \tilde{x}_{ij})/(u_i^* - l_i^\circ) \qquad (۷)$$

تفکیک تأمین‌کننده A_j از نقطه ایده‌آل مثبت مقدار سودمندی $\tilde{S}_j$ و نیز تفکیک تأمین‌کننده A_j از نقطه ایده‌آل منفی مقدار تأسف R_j برای هر گزینه است.

جدول ۱– متغیرهای زبانی برای رتبه‌بندی مکان‌های بانک نشا

Table 1- Linguistic variables for ranking the locations of seedling bank

شماره No.	اعداد فازی مثلثی Fuzzy triangle number	متغیر زبانی (درجه اهمیت) Linguistic variables
1	(0,1,2)	خیلی ضعیف (VP) Very Poor
2	(1,2,3)	ضعیف (P) Poor
3	(2,3.5,5)	نسبتاً ضعیف (MP) Medium Poor
4	(4,5,6)	متوسط (F) Fair
5	(5,6.5,8)	نسبتاً خوب (MG) Medium Good
6	(7,8,9)	خوب (G) Good
7	(8,9,10)	خیلی خوب (VG) Very Good



شکل ٤- توابع عضویت برای رتبه‌بندی مکان‌های بانک نشا
Fig.4. Membership functions for ranking the locations of seedling bank

$$\tilde{S}_j = \sum_{i=1}^{n} (\tilde{w}_i \otimes \tilde{d}_{ij}) \quad (۸)$$

$$\tilde{R}_j = \underset{i}{MAX} (\tilde{w}_i \otimes \tilde{d}_{ij}) \quad (۹)$$

که $\tilde{S}_j = (S_j^l, S_j^m, S_j^u)$ مجموع وزن‌دار فازی تفکیک مقدار A_j از نقطه ایده‌آل مثبت است و به‌طور مشابهی $\tilde{R}_j = (R_j^l, R_j^m, R_j^u)$ عملگر فازی بیشینه‌ای است که تفکیک مقدار A_j از نقطه ایده‌آل منفی است و w_i مقدار متوسط اهمیت (وزن) معیار $\boldsymbol{C_i}$ است. مقدار شاخص ویکور فازی $\tilde{Q}_j = (l_j, m_j, u_j)$، برای هر گزینه از رابطه (۱۰) به‌دست می‌آید:

$$\tilde{Q}_j = v\left[(\tilde{S}_j - \tilde{S}^*)/(S^{ou} - S^{*l})\right] \oplus (1 - v)\left[\frac{\tilde{R}_j - \tilde{R}^*}{R^{ou} - R^{*l}}\right] \quad (۱۰)$$

که در آن:

$$\tilde{S}^* = MIN_j \tilde{S}_j \quad (۱۱)$$

$$S^{ou} = MAX_j S_j^u \quad (۱۲)$$

$$\tilde{R}^* = MIN_j \tilde{R}_j \quad (۱۳)$$

$$R^{ou} = MIN_j \tilde{R}_j \quad (۱۴)$$

$$v = n + 1/2n \quad (۱۵)$$

که بهترین مقدار S و $\tilde{S}^*$ به‌ترتیب R و $\tilde{R}^*$ است. مقادیر $\tilde{S}_j$، $\tilde{R}_j$ و $\tilde{Q}_j$، غیرفازی شده و به مقادیر صریح واقعی S_j، R_j و Q_j تبدیل‌شده‌اند. سپس گزینه‌ها می‌توانند بر اساس این سه شاخص رتبه‌بندی شوند. در راه‌کار سازشی، گزینه $(A^{(1)})$، درصورتی می‌تواند به‌عنوان بهترین گزینه (کم‌ترین مقدار Q) انتخاب شود که دو شرط زیر در آن صدق نماید: (الف) مزیت قابل‌قبول: $Q(A^{(2)}) - Q(A^{(1)}) \ge DQ$، که $A^{(2)}$ گزینه‌ای با رتبه دو در لیست رتبه‌بندی با Q است؛ $DQ = 1/(m-1)$. (به این معناست راهکار سازشی می‌بایست با راه‌کار بعدی خود تفاوت زیادی داشته باشد). (ب) ثبات قابل‌قبول در تصمیم‌گیری: همچنین گزینه $(A^{(1)})$، باید بهترین رتبه‌بندی با S یا R را داشته باشد. (به این معناست که راه‌کار سازشی انتخاب‌شده باید حداکثر مطلوبیت گروهی و حداقل تأثر فردی را داشته باشد). این راهکار سازشی در طول فرایند تصمیم‌گیری بایستی پایدار باشد که می‌تواند "رأی با قانون حداکثری" (وقتی($v > 0.5$) یا "با اتفاق آرا" (وقتی $v \approx 0.5$) و یا "با وتو" (وقتی $(v < 0.5)$) باشد. که در این‌جا v نشان‌دهنده وزن راهبرد تصمیم‌گیری در سودمندی گروه بیشینه است. اگر یکی از شرایط فوق احراز نشود، مجموعه‌ای از راهکارهای سازشی پیشنهاد می‌گردد که شامل موارد زیر است: (۱) گزینه‌های $A^{(1)}$ و $A^{(2)}$ اگر شرط (۲) صادق نباشد، یا (۲) گزینه‌های $A^{(1)}, A^{(2)}, \dots, A^{(M)}$ اگر شرط (۱) صادق نباشد. $A^{(M)}$ توسط رابطه $Q\ (A^{(M)}) - Q\ (A^{(1)}) < DQ$ برای بیشینه M (موقعیت گزینه‌ها با توجه به شاخص نزدیکی) به‌دست می‌آید.

رتبه‌بندی روستاهای دهستان منتخب با استفاده از روش تاپسیس

روش تاپسیس[1] یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره است که در

1- TOPSIS

ابتدا توسط هوانگ و یون مطرح شد (Hwang & Yoon, 1981). این روش بر پایه این ایده است که بهترین پاسخ بهتر است کمترین فاصله را با پاسخ ایده‌آل مثبت[1] و بیشترین فاصله را با پاسخ ایده‌آل منفی[2] داشته باشد (Oztaysi, 2014). در این تحقیق برای مشخصه‌های مثبت که مقادیر بیشتر برای هر مشخصه ترجیح داده می‌شود، بیشینه پاسخ متخصصان به هر مشخصه به‌عنوان پاسخ ایده‌آل مثبت و کمینه پاسخ به‌عنوان پاسخ ایده‌آل منفی در نظر گرفته شد. برای مشخصه‌های منفی که مقادیر کمتر برای آن‌ها ترجیح داده می‌شود برعکس حالت اول عمل می‌شود. با استفاده از روش تاپسیس مهم‌ترین مشخصه‌های مطلوبیت مکان تعیین شد. برای شروع روش تاپسیس، ماتریس تصمیم تشکیل داده شد و سپس توسط روش نرمال‌سازی خطی نرمال شد. برای نرمال‌سازی خطی از رابطه (۱۶) استفاده شد.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^{m} a_{kj}^2}} \quad (۱۶)$$

سپس پاسخ ایده‌آل مثبت (A^+) و ایده‌آل منفی (A^-) تعیین شد (Roy, 2004). پس از محاسبه پاسخ‌های ایده‌آل، فاصله هر گزینه از A^+ و A^- به‌ترتیب به‌عنوان R^+ و R^- به شکل زیر محاسبه شد (Oztaysi, 2014):

$$R_j^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{m} (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad i = 1,2,\dots,J \quad (۱۷)$$

$$R_j^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{m} (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad i = 1,2,\dots,J \quad (۱۸)$$

که در این روابط v_j^+ ایده‌آل مثبت و v_j^- ایده‌آل منفی برای معیار j است.

با استفاده از مقادیر محاسبه‌شده، می‌توان مقدار شاخص نزدیکی[3] (C.I.) را برای هر یک از گزینه‌ها با استفاده از رابطه (۱۹) محاسبه نمود (Roy, 2004):

$$C.I. = \frac{(R^-)}{(R^+) + (R^-)} \quad (۱۹)$$

شاخص نزدیکی می‌تواند مقادیری بین صفر و یک اختیار کند و گزینه‌هایی که شاخص نزدیکی آن‌ها مقادیر بزرگ‌تری دارد حائز رتبه بالاتری در بین سایر گزینه‌ها هستند (Oztaysi, 2014).

نتایج و بحث

در این مطالعه مجموعاً هفت معیار (تعداد بهره‌برداران، سطح تسطیح اراضی هر دهستان، سطح زیر کشت هر دهستان، تعداد ماشین‌های کشاورزی هر دهستان، سطح نشا مکانیزه هر دهستان، تعداد بانک نشا هر دهستان، سطح برداشت مکانیزه هر دهستان) برای گزینش دهستان و چهار معیار مهم‌تر (سطح زیر کشت، تعداد بهره‌بردار، سطح زیر کشت به‌ازای هر بهره‌بردار، مجموع فاصله از سایر روستاهای دهستان) برای گزینش روستای محل استقرار بانک نشا برنج مورداستفاده قرار گرفت. وضعیت معیارهای فوق به تفکیک هر دهستان در شکل‌های ۵ و ۶ نشان‌داده‌شده است. کمترین سطح زیر کشت برنج مربوط به دهستان آلیان ۴۱۳/۴۷ هکتار و بیشترین مقدار مربوط به دهستان رودپیش ۴۰۰۶ هکتار است. کمترین نشا مکانیزه در دهستان آلیان ۱۱۰ هکتار و بیشترین مقدار در دهستان گشت ۲۴۸۰ هکتار انجام می‌شود. در مورد عملیات نشا هنوز در بخش قابل‌توجهی از اراضی موردمطالعه از کارگر به شیوه نشای سنتی استفاده می‌شود و عمدتاً زنان عهده‌دار این عملیات طاقت‌فرسا هستند. توسعه کشت مکانیزه و استفاده از ماشین نشاکار نیاز به بانک‌های نشا را افزایش می‌دهد. در مورد عملیات برداشت وضعیت مکانیزاسیون بهتر از عملیات نشا است. بیشترین برداشت مکانیزه نیز در دهستان گشت ۱۸۲۰ هکتار انجام می‌شود.

محاسبه وزن معیارها بر اساس روش Shannon Entropy

روش آنتروپی شانون در دو مرحله برای ارزیابی و وزن‌دهی معیارها در رتبه‌بندی دهستان و سپس روستاها مورداستفاده قرار گرفت. نتایج وزن‌دهی در جدول ۲ و ۳ آمده است. در هنگام انتخاب معیارهای مکان تسهیلات، هدف باید حداکثر پوشش باشد (Shahbandarzadeh & Kabgani, 2021)، که معیارهای منتخب را توجیه می‌کند. تعداد بانک نشا در دهستان و سطح زیر کشت هر روستا و تعداد بهره‌بردار مهم‌ترین معیارها برای رتبه‌بندی دهستان و روستا در مکان‌یابی بانک نشای شهرستان فومن بودند.

تعیین دهستان برتر به روش Fuzzy-VIKOR

همان‌گونه که پیش‌ازاین بیان شد شاخص‌های مختلف عملکردی از قبیل سطح تسطیح اراضی، سطح زیر کشت برنج، تعداد بهره‌بردار، سطح برداشت هرچند همگی اهمیت داشته و باید در ارزیابی شاخص‌ها مورداستفاده قرار گیرد؛ اما از اهمیت یکسانی در ارزیابی گزینه‌ها برخوردار نیستند؛ بنابراین، ضرایب اهمیت معیارها (جدول ۲) در الگوی فازی ویکور مورداستفاده قرار گرفته و گزینه‌ها (دهستان‌های شهرستان فومن) رتبه‌بندی شدند. جدول ۴، رتبه دهستان‌ها برای استقرار بانک نشا را با استفاده از ویکور فازی و رتبه‌بندی مکان‌ها را بر اساس شاخص‌های S، R و Q نشان می‌دهد. بر اساس این جدول، گزینه A4 (دهستان لولمان) بهترین مکان برای

1- Positive ideal solution
2- Negative ideal solution
3- Closeness Index

استقرار بانک نشا در شهرستان فومن در میان پنج دهستان است. شکل ۵ و ۶ متوسط سطح زیر کشت به‌ازای هر بهره‌بردار و سطح زیر کشت برنج در روستاهای دهستان لولمان را نشان می‌دهد.

جدول ۵، رتبه روستاها برای استقرار بانک نشا را با استفاده از روش تاپسیس بر اساس شاخص نزدیکی نشان می‌دهد. بر اساس این جدول، در میان پانزده گزینه، روستای خشکنودهان بالا بهترین مکان برای استقرار بانک نشا در شهرستان فومن در میان سایر روستاهای دهستان لولمان است. شکل ۷ موقعیت نهایی مکان انتخاب‌شده برای بانک نشا در شهرستان فومن (دهستان لولمان، روستای خشکنودهان بالا) را نشان می‌دهد.

جدول ۲- شرح و وزن معیارها برای رتبه‌بندی دهستان

Table 2- Description and weight of the criteria for ranking the districts

وزن معیار Critera weight	ماهیت معیار Criteria type	معیار Criteria	شماره معیار Criteria No.
0.145	+1	سطح تسطیح اراضی Land leveling area	C1
0.141	+1	سطح زیر کشت برنج Area under rice cultivation	C2
0.139	+1	مجموع تعداد ماشین Total No. of machinery	C3
0.140	+1	سطح نشا مکانیزه و سنتی Mechanized and traditional transplanting area	C4
0.138	+1	سطح برداشت مکانیزه Mechanized harvesting area	C5
0.150	-1	تعداد بانک نشا No. of seedling banks	C6
0.145	+1	تعداد بهره‌بردار No. of users	C7

جدول ۳- شرح و وزن معیارها برای رتبه‌بندی روستاها

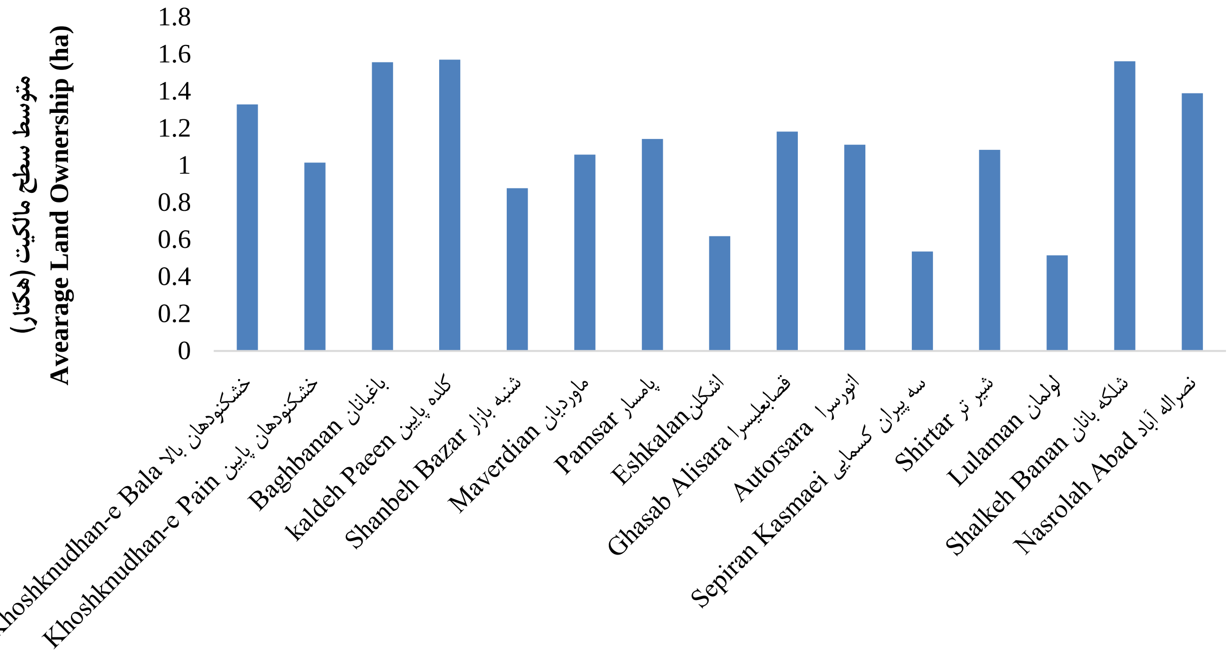
Table 3- Description and weight of criteria for ranking the villages

وزن معیار Critera weight	ماهیت معیار Criteria type	معیار Criteria	شماره معیار Criteria No.
0.104	+1	سطح زیر کشت برنج روستا Cultivated area of rice in each village	C1
0.140	+1	تعداد بهره‌بردار No. of users	C2
0.447	+1	سطح زیر کشت به‌ازای هر بهره‌بردار Cultivated area per user	C3
0.309	+1	مجموع فاصله از سایر روستاهای دهستان Total distance from all villages in the district	C4

جدول ٤- محاسبه رتبه دهستان‌ها برای استقرار بانک نشا با استفاده از روش Fuzzy-VIKOR

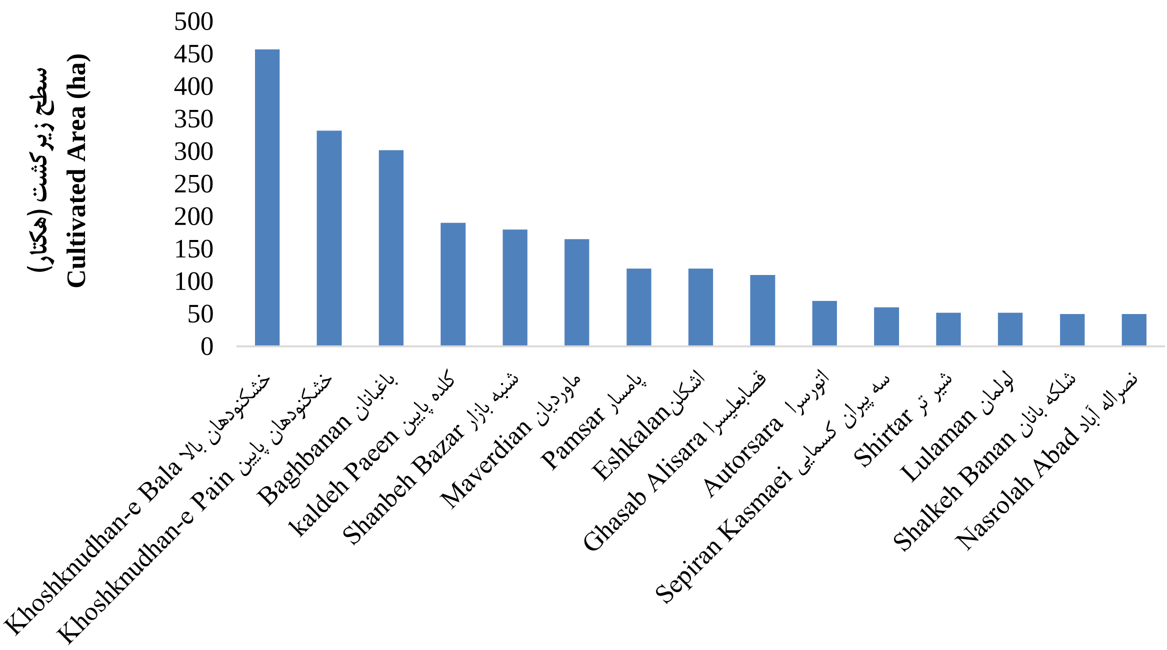
Table 4- Calculating the ranking of villages for the establishment of seedling bank using the Fuzzy-VIKOR method

رتبه بر اساس Qi Rank based on Qi	Qi	رتبه بر اساسRi Rank based on Ri	Ri	رتبه بر اساسSi Rank based on Si	Si	دهستان District	گزینه‌ها Alternatives
5	0.143	5	0.122	4	0.346	سردار جنگل Sardar Jangal	A1
2	0.040	3	0.101	2	0.278	گشت و گوراب پس Gasht and Gurab Pas	A2
4	0.133	5	0.122	3	0.328	رودپیش Roud Pish	A3
1	0.030	3	0.101	1	0.261	لولمان Lulaman	A4
3	0.117	1	0.092	5	0.458	آلیان Alian	A5



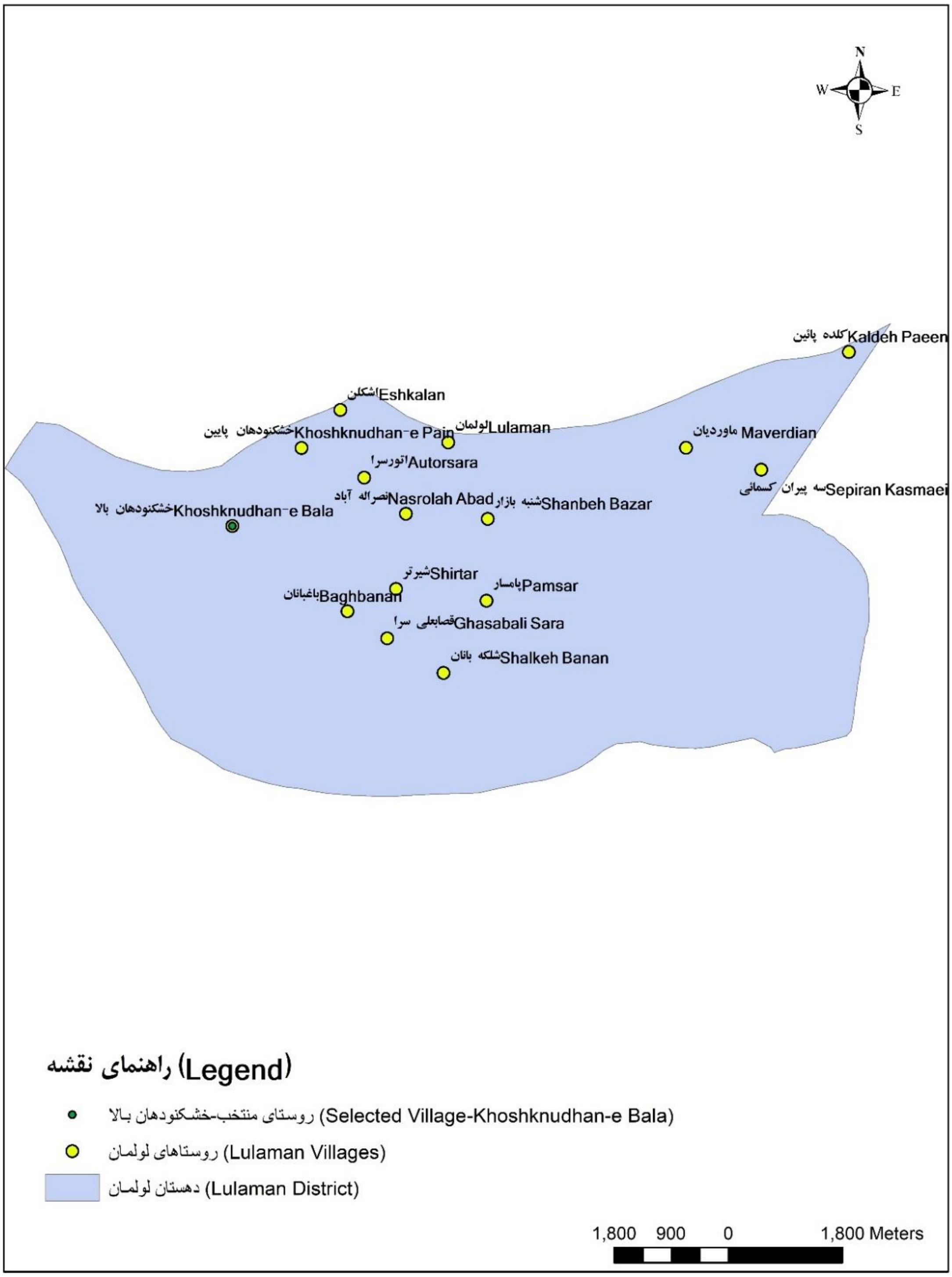
شکل ۵- متوسط سطح زیر کشت به‌ازای هر بهره‌بردار روستاهای دهستان لولمان (رتبه یک)

Fig.5. Average cultivated area per farmer in the villages of Lulaman district (1st rank)



شکل ٦- سطح زیر کشت برنج در روستاهای دهستان لولمان (رتبه یک)

Fig.6. The area under rice cultivation in the villages of Lulaman district (1st rank)



شکل ۷- موقعیت روستای منتخب برای استقرار بانک نشا

Fig.7. The location of the selected village for the establishment of seedling bank

جدول ۵- نتایج رتبه‌بندی نقاط نامزد دهستان لولمان با استفاده از روش TOPSIS

Table 5- Ranking results based on the candidate points of Lulman district using the TOPSIS method

مکان‌های نامزد Candidate locations	رتبه Rank	شاخص‌های روش TOPSIS Indicators of TOPSIS method		
		D_i^+	D_i^-	CI
Khoshknudhan-e Bala خشکنودهان بالا	1	0.025	0.149	0.857
Kaldeh Paeen کلده پایین	2	0.060	0.144	0.705
Khoshknudhan-e Pain خشکنودهان پایین	3	0.058	0.128	0.686
Shalkeh Banan شلکه بانان	4	0.088	0.135	0.607
Maverdian ماوردیان	5	0.077	0.109	0.586
Nasrolah Abad نصراله آباد	6	0.089	0.123	0.582
Ghasabali Sara قصابعلی‌سرا	7	0.083	0.107	0.563
Shanbeh Bazar شنبه بازار	8	0.085	0.107	0.559
Baghbanan باغبانان	9	0.104	0.115	0.526
Autorsara اتورسرا	10	0.094	0.098	0.509
Pamsar پامسار	11	0.092	0.083	0.474
Lulaman لولمان	12	0.130	0.097	0.428
Sepiran Kasmaei سه پیران کسمایی	13	0.128	0.082	0.390
Eshkalan اشکلان	14	0.116	0.072	0.383
Shirtar شیرتر	15	0.116	0.066	0.362

نتیجه‌گیری

مشکلات امروزه کشت برنج، کشاورزان را به سمت توسعه مکانیزاسیون و استفاده از ماشین نشاکار سوق داده است. به‌منظور شناسایی پیش‌برنده‌ها و بازدارنده‌های مکانیزاسیون کشت برنج در استان گیلان، بایستی تحقیقات در خصوص مکان‌یابی مناسب برای ایجاد بانک نشا برنج در مناطق مختلف استان گیلان انجام شود. هدف از انجام این تحقیق، ارائه الگوریتمی مناسب جهت مکان‌یابی بانک نشا در شهرستان فومن با استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی است. در این زمینه با توجه به تعدد عوامل مؤثر و گزینه‌های پیش رو، تلفیق مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره ویکور با اعداد فازی برای انتخاب دهستان مناسب و سپس مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره تاپسیس برای انتخاب روستای مناسب انتخاب شد. این مدل یکی از روش‌های کاربردی است که کارایی بالایی در حل این‌گونه مسائل دارد. قابلیت استفاده هم‌زمان از روش‌های تصمیم‌گیری چندمتغیره و اخذ خروجی‌های با صحت بالا در مطالعات متعددی به اثبات رسیده است (Zangeneh & Akram, 2020). نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که عوامل متعددی در مکان‌یابی بانک نشا مؤثر هستند که تحلیل یکپارچه همه آن‌ها به‌وسیله روش‌های سنتی مکان‌یابی مانند روی هم‌گذاری دستی نقشه‌ها به دلیل حجم زیاد داده‌ها امکان‌پذیر نیست و از طرفی بی‌توجهی به این عوامل در مکان‌یابی موجب هدر رفتن سهم قابل‌توجهی از منابع مادی و از دست دادن حجم زیاد از انرژی و منابع محیطی می‌شود لذا استفاده از GIS به‌عنوان ابزاری جهت انجام این تحلیل ضروری است. در اندازه‌گیری وزن عوامل مؤثر از روش آنتروپی شانون بهره گرفته شد. از طرفی استفاده از مدل ویکور برای رتبه‌بندی گزینه‌ها، از این لحاظ که قابلیت تولید نقشه‌های ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی را دارد مدل مناسبی جهت مکان‌یابی و تجزیه‌وتحلیل مکانی است زیرا می‌توان از این طریق علاوه بر مکان‌یابی به این پی برد که هر گزینه در وضع موجود خود، چه‌قدر از ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی فاصله دارد، درحالی‌که مدل‌های دیگر این توانایی را ندارند و صرفاً به تعیین مکان بهینه می‌پردازند. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی، از این روش برای مکان‌یابی بانک نشا در سایر شهرستان‌ها نیز بهره گرفته شود. از طرفی معرفی سایر الگوریتم‌های تلفیقی در مطالعات مکان‌یابی و تصمیم‌گیری می‌تواند به بالا بردن دقت و صحت انتخاب‌ها کمک نماید.

مشارکت نویسندگان

مرتضی زنگنه: مفهوم سازی، روش‌شناسی، نظارت و مدیریت، استخراج متن و ویرایش متن

مهدیه روحی فرج آباد: جمع آوری داده‌ها، پردازش داده‌ها

References

1. Alikhah Asl, M., Moameri, M., Naseri, D., & Meftahi, Sh. (2021). Land suitability classification for development of Ziziphora tenuior using ANP Fuzzy at Ardabil province, Iran. *Journal of Rangeland*, *15*(1), 156-167.
2. Amin Nayeri, B., & Peyvastehgar, Y. (2020). Pattern analysis using fuzzy VIKOR in locating educational facilities district Case Study: District 14 of Tehran Metropolis. *Applied Research of Geographic Sciences (geographical sciences)*, *20*(56), 241-260. (In Persian). https://doi.org/10.29252/jgs.20.56.241
3. Anonymous. (2017). *Summary of the results of the agriculture statistics plan*. Tehran, Iran. (In Persian).
4. Ayyildiz, E., & Taskin, A. (2022). A novel spherical fuzzy AHP-VIKOR methodology to determine serving petrol station selection during COVID-19 lockdown: A pilot study for İstanbul. *Socio-Economic Planning Science*, *83*, 101345. https://doi.org/10.1016/j.seps.2022.101345
5. Babajani, A., Kalantari, K., Rezvanfar, A., & Shabanali Fami, H. (2009). Location Allocation of Horticultural Processing Industries in Kermanshah Province by Using Indexing Method and Geographical Information System (GIS). *Iranian Journal of Biosystems Engineering*, *40*(1), 71-78. (In Persian).
6. Gholipoor, P., Rahmati, S. H., & Mozaffari, M. M. (2021). Ranking of Indicators Effective on the Locating Industrial Estate with TOPSIST-VIKOR Techniques (Case Study: Qazvin Province). *Journal of Studies of Human Settlements Planning*, *16*(3), 509-522. (In Persian).
7. Hwang, C. L. & Yoon, K. (1981). *Multiple attribute decision making– methods and applications: a state-of-the-art survey*. New York, Springer.
8. Ji, C. F., Ma, X. Zhu, J., & Wang, S. (2020). Fault Propagation Path Inference in a Complex Chemical Process Based on Time-delayed Mutual Information Analysis. *Computer Aided Chemical Engineering*, *48*, 1165-1170. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823377-1.50195-6
9. Khosravi, M., Raeisi, R., Almodaresi, S. A., & Esteqlal, A. (2020). Daily Market Location Using GIS and FUZZY Logic (Case Study: Sirjan). *Urban Social Geography*, *7*,2, 113-128. (In Persian). https://doi.org/10.22103/JUSG.2020.2022
10. Keykha, E., Fakhire, A., Roohani, H., & Behmanesh, B. (2020). Land suitability classification for pit-seeding project using fuzzy multi-criteria decision making. *Journal of Rangeland*, *14*(4), 657-672.
11. Mansouri, A., & Bagheri. A. (2015). Evaluating the Financial Performance and Ranking the Pharmaceutical Companies Listed on the Tehran Stock Exchange by Using Hybrid Approaches of Fuzzy Analytic Hierarchy Process and VIKOR. *Journal of Health Accounting*, *4*(3), 86-107. (In Persian). https://doi.org/10.30476/jha.2015.17126
12. Mohammadi, M., & Sobhani, B. (2022). Location of water extraction systems from humidity using AHP/ Fuzzy in Sistan and Baluchestan province. *Water and Soil Science*, *32*(2), 81-96. https://doi.org/10.22034/ws.2021.41900.2382
13. Motamed, M. K., & Kavoosi Kalashami, M. (2018). Evaluation of causal relationship between mechanization development and paddy production in Guilan province: Application of panel data and Granger-casual model. *Cereal Research*, *8*(1), 1-13. (In Persian). https://doi.org/10.22124/c.2018.8584.1337
14. Oztaysi, B. (2014). A decision model for information technology selection using AHP integrated TOPSIS-Grey: The case of content management systems. *Knowledge Based Systems*, *70*, 44-54. https://doi.org/10.1016/j.knosys.2014.02.010
15. Roy, B. (2004). *Multiple Criteria Decision Analysis: State of The Art Surveys*, Springer.
16. Safari, H., Faghih, A. R., & Fathi, M. R. (2012). Fuzzy multi-criteria decision making method for facility location selection. *African Journal of Business Management*, *6*(1), 206-212. https://doi.org/10.5897/AJBM11.1760
17. Shahbandarzadeh, H., & Kabgani, M. (2021). Assessing Operational Efficiency of Banks via Quantitative Analysis of ATM Location Selection Criteria. *Journal of Productivity Management*, *15*(1), 189-216. (In Persian). https://doi.org/10.30495/qjopm.2021.524296.1265
18. Shakouri, H., Nabaee, M., & Aliakbarisani, S. (2014). A quantitative discussion on the assessment of power supply technologies: DEA (data envelopment analysis) and SAW (simple additive weighting) as complementary methos for the "Grammar", *Energy*, *64*, 640-647. https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.10.022
19. Shemshadi, A., Shirazi, H., Toreihi, M., & Tarokh, M. J. (2011). A fuzzy VIKOR method for supplier selection based on entropy measure for objective weighting. *Expert Systems with Applications*, *38*(10), 12160-12167. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.03.027
20. Wu, Y., Zhang, B., Xu, C., & Li, L. (2018). Site selection decision framework using fuzzy ANP-VIKOR for large commercial rooftop PV system based on sustainability perspective. *Sustainable Cities and Society*, *40*, 454-470. https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.04.024
21. Zangeneh, M., & Akram, A. (2020). Developing Approaches for Locating and Creating Agricultural Service Centers using Location-Allocation Model. *Agricultural Mechanization and System Research*, *74*, 185-202. (In Persian). https://doi.org/10.22092/erams.2020.126188.1309